

MOLECULAR BEAM GENERATION METHOD AND APPARATUS**Patent number:** JP2003329556**Publication date:** 2003-11-19**Inventor:** YAMADA TOSHIKI; SHINOHARA HIDENORI; MASUKO NOBURO; KIMURA KATSUMI**Applicant:** COMM RES LAB**Classification:**

- international: G01N27/62; B01D59/44; G01N1/00; G01N1/28; G01N21/27; G01N27/64; G01N35/08; G01N37/00; H01J49/00; H01J49/02; H01J49/04; H01J49/10; H05H3/02; G01N27/62; B01D59/00; G01N1/00; G01N1/28; G01N21/25; G01N27/64; G01N35/08; G01N37/00; H01J49/00; H01J49/02; H01J49/10; H05H3/00; (IPC1-7): G01N1/28; G01N1/00; G01N21/27; G01N27/62; G01N27/64; H01J49/04; H01J49/10

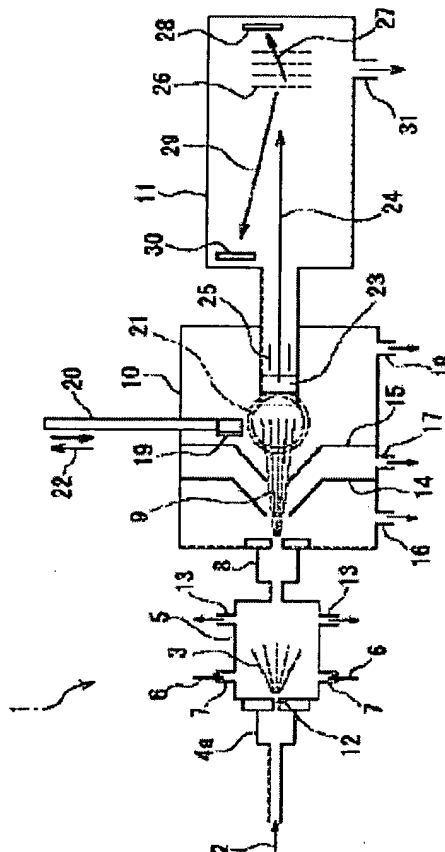
- european:**Application number:** JP20020268053 20020913**Priority number(s):** JP20020268053 20020913; JP20020059167 20020305**Also published as:**

US 6906323 (B2)
US 2003168592 (A1)
CA 2411820 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2003329556

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a molecular beam generation method and a molecular beam generation apparatus that can generate beams of a wide range of type of molecules, especially those of molecules being decomposed by high- temperature heating, or those of neutral molecules that cannot be sublimated even by high-temperature heating at a room temperature, can ionize molecules and clusters contained in the generated neutral molecule beams, and perform mass spectrometry, spectrophotometry, and the like.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-329556

(P2003-329556A)

(43) 公開日 平成15年11月19日 (2003. 11. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 1 N 1/28		C 0 1 N 1/00	1 0 1 R 2 G 0 5 2
1/00	1 0 1	21/27	Z 2 G 0 5 9
21/27		27/62	F 5 C 0 3 8
27/62		27/64	B
27/64		H 0 1 J 49/04	

審査請求 有 請求項の数11 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-268053(P2002-268053)

(22) 出願日 平成14年9月13日(2002. 9. 13)

(31) 優先権主張番号 特願2002-59167(P2002-59167)

(32) 優先日 平成14年3月5日(2002. 3. 5)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 301022471

独立行政法人通信総合研究所

東京都小金井市貫井北町4-2-1

(72) 発明者 山田 俊樹

東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立

行政法人通信総合研究所内

(72) 発明者 篠原 秀則

東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立

行政法人通信総合研究所内

(74) 代理人 100090893

弁理士 渡邊 敏

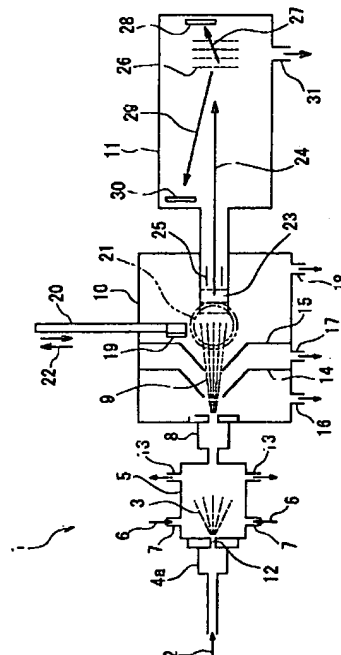
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分子ビーム発生方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 室温において、広範囲の種類分子、特に、高温加熱により分解する分子あるいは高温で加熱しても昇華しない中性分子のビームを発生させることができ、かつ生成された中性分子ビームに含まれる分子およびクラスターをイオン化し、質量分析や分光測定などを行うことができる分子ビーム発生方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 小開口部から試料を低気圧側空間に噴霧させて試料分子をビーム状に発生させる方法において、溶液試料を噴霧的導入手段により、小開口部を介して噴霧室に送出し、送出された試料の霧状溶液に、ガスを衝突させることによって、あるいは霧状溶液を加熱することによって、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成し、次いで、その溶質分子を小開口部を介して低気圧側空間に送り出す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】小開口部から試料を低気圧側空間に噴霧させて試料分子をビーム状に発生させる装置において、溶液試料を噴霧的導入手段により、小開口部を介して噴霧室に送出する第1送出手段、

第1送出手段によって送出された試料の霧状溶液に、ガスを衝突させて、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成する手段、

次いで、その溶質分子を小開口部を介して低気圧側空間に送り出す第2送出手段とを有することを特徴とする試料分子ビーム発生装置。

【請求項2】小開口部から試料を低気圧側空間に噴霧させて試料分子をビーム状に発生させる装置において、溶液試料を噴霧的導入手段により、小開口部を介して噴霧室に送出する第1送出手段、

第1送出手段によって送出された試料の霧状溶液を加熱することによって、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成する手段、

次いで、その溶質分子を小開口部を介して低気圧側空間に送り出す第2送出手段とを有することを特徴とする試料分子ビーム発生装置。

【請求項3】第1送出手段が、小開口部をパルス的に開閉して、溶液試料を霧状にして短時間ずつパルス的に送り出すノズルを備える請求項1または2に記載の試料分子ビーム発生装置。

【請求項4】第1送出手段が、超音波振動によって溶液試料を霧状にして短時間ずつパルス的にあるいは連続的に送り出す超音波振動子を備える請求項1または2に記載の試料分子ビーム発生装置。

【請求項5】第2送出手段の開口部が、直径0.1～3ミリメートル、開き時間100マイクロ～10ミリ秒、繰返し周期20ミリ～1秒の開閉手段を備える請求項1ないし4に記載の試料分子ビーム発生装置。

【請求項6】低気圧側空間が、2以上に区分された区分空間であり、試料の流路における下流の区分空間ほど真空度が高く、各区分空間には試料分子を通す小開口部がそれぞれ設けられた差動排気機構を備える請求項1ないし5に記載の分子ビーム発生装置。

【請求項7】低気圧側空間に、試料分子ビームで処理される面状の被処理試料を導入する被処理試料導入部と、その導入された被処理試料を視認できる天窓が付設された請求項1ないし6に記載の分子ビーム発生装置。

【請求項8】試料分子の経路の途上で、その試料分子を光イオン化させる光照射手段と、イオン化された試料分子を電場により加速し、加速された試料分子イオンの質量を分析する質量分析装置が付設された請求項1ないし7に記載の分子ビーム発生装置。

【請求項9】溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成する手段が、剥離された溶媒を排出する排出口を備える請求項1ないし8に記載の分子ビーム発生装置。

【請求項10】小開口部から試料を低気圧側空間に噴霧させて試料分子をビーム状に発生させる方法において、溶液試料を噴霧的導入手段により、小開口部を介して噴霧室に送出し、

送出された試料の霧状溶液に、ガスを衝突させることによって、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成し、次いで、その溶質分子を小開口部を介して低気圧側空間に送り出すことを特徴とする試料分子ビーム発生方法。

【請求項11】小開口部から試料を低気圧側空間に噴霧させて試料分子をビーム状に発生させる方法において、溶液試料を噴霧的導入手段により、小開口部を介して噴霧室に送出し、

送出された試料の霧状溶液を加熱することによって、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成し、次いで、その溶質分子を小開口部を介して低気圧側空間に送り出すことを特徴とする試料分子ビーム発生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多段階噴霧によって試料分子をビーム状に発生させる方法、及び、その方法を実施する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の分子ビーム発生方法は、気体試料を希ガスに混合しノズルを通して真空中に直接導入することで断熱膨張させ、その結果、導入された気体試料が超音速ジェット噴流となり、これを例えばスキマーを通して分子ビームをつくるという方法である。液体や固体の試料の場合は、加熱気化あるいは昇華させた後にこれと同様な方法で行う。真空中で超音速ジェット噴流している試料分子は、断熱膨張して超低温（回転温度で数ケルビン、振動温度で数十ケルビン）に冷却され、分子が基底状態となるので回転、振動分布が単純化される。例えば図3に示すように、気体試料を希ガスと混合した混合ガス(32)の貯気槽(33)から、オリフィス(34)を通して混合ガス(32)を真空中に断熱膨張させて超音速ジェット噴流にし、スキマー(35)を通して試料分子ビーム(36)を発生させるものがある。オリフィス(34)あるいはノズルから混合ガス(32)が超音速ジェット噴流として流出する際に、バレルショック(37)、マッハディスクショック(38)の衝撃波が発生する。

【0003】液体あるいは固体試料の場合は、前記試料を加熱気化あるいは昇華させて気体にし、前記と同様の方法により、混合ガスとして超音速ジェット噴流にして分子ビームを発生させる。この場合、超音速ジェット噴流として流出した際、断熱膨張されるので分子は超低温に冷却され、分子の回転、振動分布が単純化されるので分子分光スペクトルの構造が著しく簡単になり、試料分子の定量・定性試験に好適である。

【0004】また、イオン性溶液試料を大気中に噴霧

し、大量の窒素ガスと衝突させることにより、溶媒分子に囲まれた溶質イオンから溶媒分子を剥離し、電場により溶質イオンをイオンビームとして該質量分析器に導入して分析する方法がある。前記イオンビームの生成では、キャピラリーとスキマーを組み合わせ、差動排気を用いて下流側で高真空状態にし、定常的なイオン分子ビームを得ている。

【0005】しかしながら、前記従来のような液体あるいは固体試料の分子ビーム発生方法では、液体あるいは固体試料を昇華させる際に高温加熱するので、蛋白質などの分子量が大きく高温加熱により分解する分子、ポリマーなどの分子量の比較的大きい、高温で加熱しても昇華しない中性分子に対しては従来方法を用いることができないという問題点があった。

【0006】また、前記質量分析器では、中性分子の分析はできないという問題点があった。ここで中性分子とはイオン性のものでないものをいう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明は、前記従来の問題点を解決するためになされたもので、室温において、広範囲の種類の分子、特に、高温加熱により分解する分子あるいは高温で加熱しても昇華しない中性分子を対象とした中性分子のビームを発生させることができ、かつ生成された中性分子ビームに含まれる分子およびクラスターをレーザー光などの光によりイオン化し、質量分析、分光測定などを行うことができる多段階噴霧による中性分子ビーム発生方法及びそれを用いた装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、次の構成を備える。すなわち、小開口部から試料を低気圧側空間に噴霧させて試料分子をビーム状に発生させる装置において、溶液試料を噴霧的導入手段により、小開口部を介して噴霧室に送出する第1送出手段、第1送出手段によって送出された試料の霧状溶液に、ガスを衝突させて、あるいは霧状溶液を加熱することにより、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成する手段、次いで、その溶質分子を小開口部を介して低気圧側空間に送り出す第2送出手段とを有することを特徴とする。

【0009】ここで、第1送出手段に、小開口部をパルス的に開閉して、溶液試料を霧状にして短時間ずつパルス的に送り出すノズルか、または、超音波振動によって溶液試料を霧状にして、短時間ずつパルス的にあるいは連続的に送り出す超音波振動子をつけてもよい。第2送出手段の開口部の直径を0.1〜3ミリメートルとし、開き時間100マイクロ〜10ミリ秒、繰り返し周期20ミリ〜1秒の開閉手段をつけてもよい。低気圧側空間を、2以上に区分された区分空間とし、試料の流路における下流の区分空間ほど真空度が高く、各区分空間には

試料分子を通す小開口部がそれぞれ設けられた差動排気機構を設けてもよい。

【0010】このように、本発明は、試料分子の溶液の噴霧等の送出装置を2つ設けることを特徴とする。これによって、溶液状態にある試料分子をそのまま噴霧手段で霧状にした後に、希ガスもしくは窒素ガス等の不活性ガスをこれら試料分子と衝突させることで、あるいは加熱することで、溶質である試料分子と結合していた水、アルコール、アセトン、クロロホルムなどの溶媒をできるだけ剥離させる。次いで、真空にした空間にこの試料分子等を小開口から送出させることで、試料分子等が高速にビーム状に送出されることになる。

【0011】このような特徴を基にして、本発明では、低気圧側空間に、試料分子ビームで処理される面状の被処理試料を導入する被処理試料導入部と、その導入された被処理試料を視認できる天窓を設けてもよい。上述のように、試料分子は、高速かつ均一にビーム状に飛行しているので、この飛行経路にガラス基板などの面状の試料(基板類)を置いて、その試料分子ビームで処理すると、面状に試料分子が吸着するなどして結合することになる。このような表面処理ができ、従来のスピコート法などに比して制御性よく薄膜作製をすることができ、面状の試料を支持するホルダーに、加熱機構を設けてもよい。

【0012】また、試料分子の経路の途上で、その試料分子を光イオン化させる光照射手段と、イオン化された試料分子を電場により加速し、加速された試料分子イオンの質量を分析する質量分析装置を設けてもよい。

【0013】更に、溶媒分子を剥ぎ取った溶質分子を生成する手段が、剥離された溶媒を排出する排出口を設けてもよい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明による多段階噴霧による試料分子ビーム発生装置を示す説明図であり、図2は、第1送出手段の別実施例を示す説明図である。本装置(1)に導入される溶液試料(2)は、試料分子ビームとして得る分子の固体試料を溶媒に溶かした溶液または蛋白のような予め液体で調整された試料などが挙げられる。

【0015】試料分子ビーム発生装置(1)は、第1送出手段(4a、4b)、噴霧室(5)、不活性ガス導入口(7)、第2送出手段(8)及び試料室兼真空装置(10)を備え、付加的に試料室機能または質量分析器(11)等のいずれかまたは両方を備えることを特徴とする。噴霧室(5)としては、その室内を加熱する従来公知の加熱機構が備わっているものを用いる。

【0016】第1送出手段(4a)は、溶液試料(2)を微粒子状の試料分子溶液(3)として短時間ずつパルス的に噴霧する。この第1送出手段(4a)の実施例と

しては、パルスノズルを用いてその小開口部の開閉を開き時間が100マイクロ秒から10ミリ秒、繰り返し周期20ミリ秒から1秒ごとに開閉することができる送出手段とすることが挙げられる。この1パルス(1の開閉)で0.1~10マイクロリットル程度が送出される。第1送出手段(4a)は、下流側にノズル(12)を有し、ノズル(12)の開口部を開閉するシャッター(図示せず)を短時間づつパルスのように作動させて、圧力が加えられた溶液試料(2)を1気圧程度の噴霧室(5)内にパルスのように噴霧して、微粒子状の試料分子溶液(3)とすることができるものとする。微粒子状の試料分子溶液(3)は、第1送出手段(4a)によるパルスのような噴霧であるため、濃度が高い溶液微粒子あるいは溶液超微粒子の状態である。

【0017】また、第1送出手段(4b)は、超音波振動子を連続的またはパルスのように駆動することにより、超音波噴霧をおこない、試料溶液(2)から微粒子状の試料分子溶液(3)を1気圧程度の噴霧室(5)内に送出する。微粒子状の試料分子溶液(3)は濃度が高い溶液微粒子あるいは溶液超微粒子の状態である。なお、第1噴霧手段の構成は前記のものに限らず、従来公知の手段が適宜利用できる。

【0018】噴霧室(5)には、不活性ガス導入口(7)から不活性ガス(6)が導入され、これと微粒子状の試料分子溶液(3)が衝突を繰り返す。微粒子と結合している溶媒分子が剥ぎ取られる。また噴霧室(5)は加熱機構を有するため、加熱によっても溶媒分子が剥ぎ取られる。この溶媒分子を剥ぎ取る手段は、微粒子状の試料分子溶液にガスを衝突させるだけでも、あるいは微粒子状の試料分子溶液を加熱するだけでもよいが、本実施例のように両者を併用することが好ましい場合もある。実施例ではこの噴霧室(5)は長さ15cm、直径1.5cmの円筒状の形状をしており、この側面(厚みの部分)から窒素などの不活性ガスを導入する口(7)を1または2以上設け、また剥離された溶媒を排出させるための排出口(13)を設けた。不活性ガス(6)が微粒子(3)と衝突することにより、あるいは加熱により、噴霧室(5)内に噴霧された微粒子(3)は、それを囲む溶媒分子が剥ぎ取られる。剥ぎ取られた溶媒は排出口(13)から排出される。なお、噴霧室(5)の気圧は大気圧と同程度である。

【0019】試料分子等は、第2送出手段(8)及び下流側の小開口部から、超音速ジェット噴流として短時間づつ高速で真空装置内部に送出される。ここでも、パルスノズル等を用いて、その小開口部の開閉を開き時間が100マイクロ秒から10ミリ秒、繰り返し周期20ミリ秒から1秒ごとに開閉することができる送出手段とすることが挙げられる。この開閉時間を短くすることで真空装置内部の真空度の変化を小さくすることができる。ここから繰り出された試料分子ビーム(9)は、試料室

(10)内で薄膜作成などの試料(基板)の処理を行うために使用できる。また、試料分子ビーム(9)に対して、レーザー光などの光を照射し、光イオン化を行い、飛行時間型質量分析器(11)により生成されたイオンの質量分析、分光測定を行うことも可能である。

【0020】以上示したように、本発明の実施形態の試料分子ビーム発生方法及び装置を用いれば、室温において、広範囲の分子種に対して、特に高温加熱による分解する分子あるいは高温で加熱しても昇華しない分子に対して、中性分子ビームを発生させることができる。

【0021】真空装置内部(10)に入った試料分子等は、周囲の気圧が極めて低下しているため断熱膨張し試料分子等は一気に冷却されることになる。また、試料分子等の飛行速度も超音速となり、それぞれの分子は互いに衝突を繰り返すので同程度の速度となりパルス状のビームとなる。この際の試料分子等の運動は、極めて単純化されるので、この試料分子等を使用した処理や当該分子の定性・定量分析に適したものとなる。

【0022】真空装置は70 L/sターボポンプ、800 L/sターボポンプ及びロータリーポンプを補助ポンプとして差動排気させることで高真空を維持している。本実施例では、真空装置内部(10)をさらに3つの空間に区分している(図1)。試料ビームが進むにつれ(下流になると)高真空としていく。この区分を仕切る壁の一部に小開口部を設けて、試料分子ビーム(9)が通過できるようにする。上流の区分内は、 1.00×10^{-3} Torr以下の真空度(バックグラウンドプレッシャー)に保持され、下流の区分内は、 1.00×10^{-8} Torr程度の真空度と高真空(バックグラウンドプレッシャー)としている。各区分内には排気口(16、17、18)をそれぞれ設けパイプ等で真空ポンプに接続されている。

【0023】真空装置内部(10)は、試料室(10)と兼用して使用でき、端部近傍に薄膜等の処理試料(基板)(19)が取り付けられた試料(基板)導入機(20)が備えられ、処理試料(基板)(19)は必要に応じて試料分子ビーム(9)に照射される位置に保持される。また、処理試料(基板)(19)のホルダーは加熱機構をもつものとする。また、試料室(10)側面には、当該位置を観察するためのビューイングポート(天窓)(21)が備えられている。なお、図中22は、試料導入機20の移動方向を示す。

【0024】次に、真空装置(10)の下流に選択的かつ付加的に接続できる飛行時間型質量分析器(11)について説明する。真空装置(10)の下流側に備えられた質量分析器(11)では、真空装置(10)内に挿入された配管内に中性分子ビーム(9)の分子を光イオン化した後、イオンを加速させるグリッド(23)と、前記イオン化で得られたイオン(24)の偏向器(25)が備えられ、その下流側に反射偏向器(26)と、反射偏向器(26)を通過したイオン(27)を測定するマ

マイクロチャンネルプレート（以下、MCPという）（２８）が備えられ、反射偏向器（２６）で反射した反射飛行イオン（２９）を測定するMCP（３０）が上流側端部近傍に備えられている。

【００２５】質量分析器（１１）の内部も真空装置と同様に、70 L/sターボポンプ及び補助的にロータリーポンプで空気を排気して、 1.00×10^{-8} Torr程度と高真空（バックグラウンドプレッシャー）に保持されており、良好な質量分析ができるようにしている。

【００２６】本質量分析器（１１）の最上流にグリッドを設け、この部位に高電圧を印加して、試料分子ビーム（９）を光イオン化した後、質量分析器内部に飛出させる。飛行している光イオン化した試料分子（２４）は、直接MCP（２８）に入射して電圧信号に変換される。このようにして、光イオン化からMCPに到達するまでのイオンの飛行時間を測定する。また、前記同様のTOF法により、反射イオン（２９）の飛行時間が求められる。図４は、本質量分析装置の測定例を示すグラフである。溶液試料（２）として、4'-n-pentyl-4-cyanobiphenylのアセトン溶液を用い、4'-n-pentyl-4-cyanobiphenylの質量を分析した結果を示したものである。横軸は飛行時間を示し縦軸は信号強度を示している。大きなピークは、炭素原子のうち、自然界に圧倒的に多く存在する ^{12}C のみを含む4'-n-pentyl-4-cyanobiphenylに由来するシグナルを示し、その右側の小さなピークは、 ^{12}C の同位体である ^{13}C を含む4'-n-pentyl-4-cyanobiphenylに由来するシグナルを示している。このように僅かな質量の差異も分離して測定することができる。

【００２７】前記飛行時間からイオンの質量、即ち溶質分子の質量が求められる。なお、イオン化エネルギーは、レーザー光の波長を変化させ、イオン化させるのに必要なフォトンエネルギーを求めることにより得られる。

【００２８】なお、中性分子ビーム発生装置（１）の試料室にパルスレーザーを取り付け、レーザー光を中性分子ビーム（９）に照射し、前記レーザー光による光イオン化現象を利用してイオン質量スペクトル測定、光電子スペクトル測定、レーザー誘起蛍光スペクトル測定等を行うことも可能である。

【００２９】

【実施例】本発明による多段階噴霧による試料分子ビームの発生方法及び装置の実施例について説明する。

【００３０】（実施例１）図１に示す多段階噴霧による試料分子ビーム装置（１）において、溶液試料（２）として機能性分子の溶液試料を用い、試料分子ビームとして、機能性分子ビームを発生させる。処理試料（１９）としてシリコン基板等の基板を用い、その基板上前記機能性分子の分子ビームを照射して機能性分子を吸着させることにより、機能性電子デバイスを作成する。

【００３１】（実施例２）図１に示す分子ビーム発生装

置（１）の試料室（１０）のビューイングポート（２１）を通して、試料分子ビーム（９）にレーザー光を照射するパルスレーザーを設ける。試料分子ビーム（９）は、断熱膨張により極低温に冷却されて分子回転振動分布が単純化され、このような分子にパルスレーザー光を照射して詳細な分光データを得ることができる。

【００３２】（実施例３）図１に示す分子ビーム発生装置（１）の試料室（１０）のビューイングポート（２１）を通して、試料（２０）にレーザー光を照射するパルスレーザーを設ける。処理試料（２０）として基板を用い、その基板に実施例１に示した機能性分子を吸着させた直後、前記レーザー光を前記吸着箇所に照射して前記機能性分子の電子構造を調べることができる。

【００３３】（実施例４）図１に示す分子ビーム発生装置（１）の試料室（１０）に、試料分子ビーム（９）に他の原子あるいは分子のビームを照射する照射手段を設ける。このような構成とすることにより、中性分子ビーム（９）の分子と前記他の原子あるいは分子との衝突により化学反応を起こさせることができる。

【００３４】

【発明の効果】本発明によれば、液体あるいは固体の試料を加熱することなく、室温において、広範囲の種類の分子、特に、高温加熱により分解する分子あるいは高温で加熱しても昇華しない中性分子を対象とした中性分子のビームを発生させることができる。そして、生成された中性分子ビームに含まれる分子およびクラスターをレーザー光などの光によりイオン化し、質量分析や分光測定などを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明による多段階噴霧による中性分子ビーム発生装置の説明図

【図２】第１送出手段の別実施例を示す説明図

【図３】従来の超音速分子ビーム発生原理の説明図

【図４】本願発明の質量分析器による4'-n-pentyl-4-cyanobiphenylとその同位体を測定した結果を示すグラフ

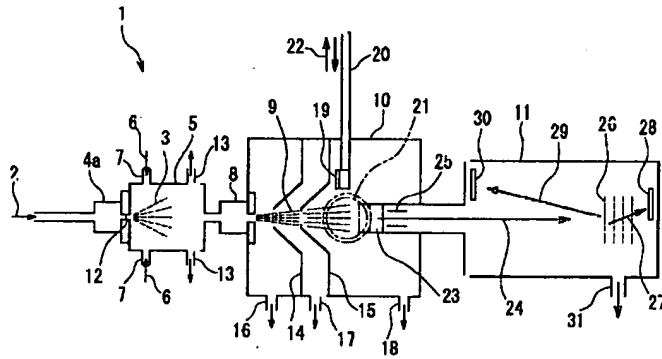
【符号の説明】

- １ 試料分子ビーム発生装置
- ２ 溶液試料
- ３ 微粒子状の試料分子溶液
- ４a 第１送出手段（パルスノズル）
- ４b 第１送出手段（超音波振動子）
- ５ 噴霧室
- ６ 不活性ガス
- ７ 不活性ガス導入口
- ８ 第２送出手段
- ９ 試料分子ビーム
- １０ 試料室兼真空装置
- １１ 質量分析器
- １２ ノズル
- １３ 排出口

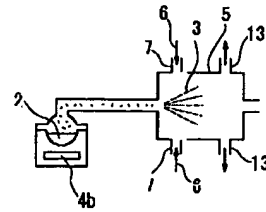
14、15 スキマー
16～18 排気口
19 処理試料（基板）
20 試料（基板）導入機
21 ビューイングポート
22 移動方向
23 グリッド
24、27 イオン
25 偏向器
26 反射偏向器

28、30 MCP
29 反射飛行イオン
31 排気口
32 混合ガス
33 貯気槽
34 オリフィス
35 スキマー
36 試料分子ビーム
37 バレルショック
38 マッハディスクショック

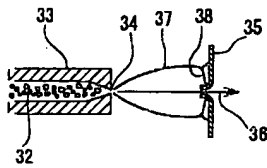
【図1】



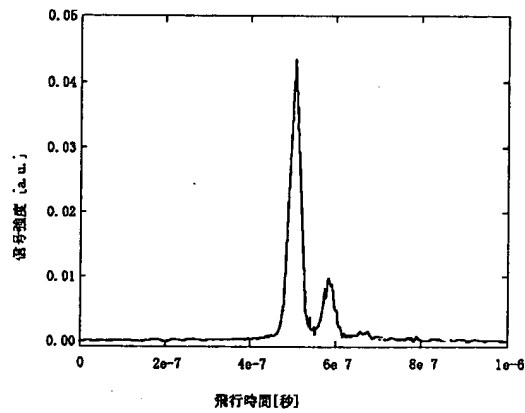
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H01J 49/04
49/10

識別記号

FI

H01J 49/10
G01N 1/28

(参考)

T

!(7) 003-329556 (P2003-329556A)

(72)発明者 益子 信郎
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立
行政法人通信総合研究所内
(72)発明者 木村 克美
愛知県名古屋市中山区下志段味字穴ヶ洞
2268-1 志段味ニューマンサイエンスパ
ーク内

Fターム(参考) 2G052 AD06 AD26 AD42 CA05 EB11
FB10 FD07 GA11 GA24
2G059 AA03 BB01 EE06 GG01 GG08
5C038 EE02 EE03 EF04 EF12 EF16
EF17 GG07 GH05 GH06 GH08
GH09